

JPW

PTO/SB/21 (09-04)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

| | | | |
|---|----------------------|------------------------|-------------|
| TRANSMITTAL FORM (to be used for all correspondence after initial filing) | Application Number | 10/708,765 | |
| | Filing Date | 03/24/2004 | |
| | First Named Inventor | Yi-Chung Chan | |
| | Art Unit | 2837 | |
| | Examiner Name | N/A | |
| Total Number of Pages in This Submission | 3 | Attorney Docket Number | VIAP0092USA |

| ENCLOSURES (Check all that apply) | | |
|--|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Fee Transmittal Form <input type="checkbox"/> Fee Attached <input type="checkbox"/> Amendment/Reply <input type="checkbox"/> After Final <input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s) <input type="checkbox"/> Extension of Time Request <input type="checkbox"/> Express Abandonment Request <input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement <input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s) <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts/ Incomplete Application <input type="checkbox"/> Reply to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53 | <input type="checkbox"/> Drawing(s) <input type="checkbox"/> Licensing-related Papers <input type="checkbox"/> Petition <input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application <input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation <input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address <input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer <input type="checkbox"/> Request for Refund <input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____ <input type="checkbox"/> Landscape Table on CD | <input type="checkbox"/> After Allowance Communication to TC <input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences <input type="checkbox"/> Appeal Communication to TC (Appeal Notice, Brief, Reply Brief) <input type="checkbox"/> Proprietary Information <input type="checkbox"/> Status Letter <input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below): |
| Remarks | | |

| SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT | | | |
|--|---|----------|--------|
| Firm Name | North America Intellectual Property Corp. | | |
| Signature | <i>Winston Hsu</i> | | |
| Printed name | Winston Hsu | | |
| Date | 01/27/2005 | Reg. No. | 41,526 |

| CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING | | | |
|---|--|------|--|
| I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date shown below: | | | |
| Signature | | | |
| Typed or printed name | | Date | |

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to 2 hours to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



PTO/SB/17 (12-04)

Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0032

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995 no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number

Effective on 12/08/2004.

Fees pursuant to the Consolidated Appropriations Act, 2005 (H.R. 4818).

FEE TRANSMITTAL
For FY 2005☐ Applicant claims small entity status. See 37 CFR 1.27**TOTAL AMOUNT OF PAYMENT** (\$) 0.00**Complete if Known**

| | |
|----------------------|---------------|
| Application Number | 10/708,765 |
| Filing Date | 03/24/2004 |
| First Named Inventor | Yi-Chung Chan |
| Examiner Name | 2837 |
| Art Unit | N/A |
| Attorney Docket No. | VIAP0092USA |

METHOD OF PAYMENT (check all that apply)

☐ Check ☐ Credit Card ☐ Money Order ☐ None ☐ Other (please identify): _____
☒ Deposit Account Deposit Account Number: 50-3105 Deposit Account Name: North America Intellectual Property Corp.

For the above-identified deposit account, the Director is hereby authorized to: (check all that apply)

☒ Charge fee(s) indicated below ☐ Charge fee(s) indicated below, except for the filing fee
☒ Charge any additional fee(s) or underpayments of fee(s) under 37 CFR 1.16 and 1.17 ☐ Credit any overpayments

WARNING: Information on this form may become public. Credit card information should not be included on this form. Provide credit card information and authorization on PTO-2038.**FEE CALCULATION****1. BASIC FILING, SEARCH, AND EXAMINATION FEES**

| Application Type | FILING FEES | | SEARCH FEES | | EXAMINATION FEES | | Fees Paid (\$) |
|------------------|-------------|-----------------------|-------------|-----------------------|------------------|-----------------------|----------------|
| | Fee (\$) | Small Entity Fee (\$) | Fee (\$) | Small Entity Fee (\$) | Fee (\$) | Small Entity Fee (\$) | |
| Utility | 300 | 150 | 500 | 250 | 200 | 100 | |
| Design | 200 | 100 | 100 | 50 | 130 | 65 | |
| Plant | 200 | 100 | 300 | 150 | 160 | 80 | |
| Reissue | 300 | 150 | 500 | 250 | 600 | 300 | |
| Provisional | 200 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

2. EXCESS CLAIM FEES

| Fee Description | Fee (\$) | Small Entity Fee (\$) |
|---|----------|-----------------------|
| Each claim over 20 or, for Reissues, each claim over 20 and more than in the original patent | 50 | 25 |
| Each independent claim over 3 or, for Reissues, each independent claim more than in the original patent | 200 | 100 |
| Multiple dependent claims | 360 | 180 |

| Total Claims | Extra Claims | Fee (\$) | Fee Paid (\$) | Multiple Dependent Claims | Fee (\$) | Fee Paid (\$) |
|---|--------------|----------|---------------|---------------------------|----------|---------------|
| - 20 or HP = _____ x _____ = _____ | | | | | | |
| HP = highest number of total claims paid for, if greater than 20 | | | | | | |
| Indep. Claims | Extra Claims | Fee (\$) | Fee Paid (\$) | | | |
| - 3 or HP = _____ x _____ = _____ | | | | | | |
| HP = highest number of independent claims paid for, if greater than 3 | | | | | | |

3. APPLICATION SIZE FEE

If the specification and drawings exceed 100 sheets of paper, the application size fee due is \$250 (\$125 for small entity) for each additional 50 sheets or fraction thereof. See 35 U.S.C. 41(a)(1)(G) and 37 CFR 1.16(s).

| Total Sheets | Extra Sheets | Number of each additional 50 or fraction thereof | Fee (\$) | Fee Paid (\$) |
|---|--------------|--|----------|---------------|
| _____ - 100 = _____ / 50 = _____ (round up to a whole number) x _____ = _____ | | | | |

4. OTHER FEE(S)

Non-English Specification, \$130 fee (no small entity discount)

Other: _____

Fees Paid (\$)**SUBMITTED BY**

| | | | |
|-------------------|--------------------|---|-------------------------------|
| Signature | <u>Winston Hsu</u> | Registration No. (Attorney/Agent) <u>41,526</u> | Telephone <u>302-729-1562</u> |
| Name (Print/Type) | <u>Winston Hsu</u> | Date <u>2005/01/27</u> | |

This collection of information is required by 37 CFR 1.136. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 30 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 and select option 2.



PTO/SB/02B (09-04)
Approved for use through 07/31/2006. OMB 0651-0032
U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it contains a valid OMB control number.

DECLARATION – Supplemental Priority Data Sheet

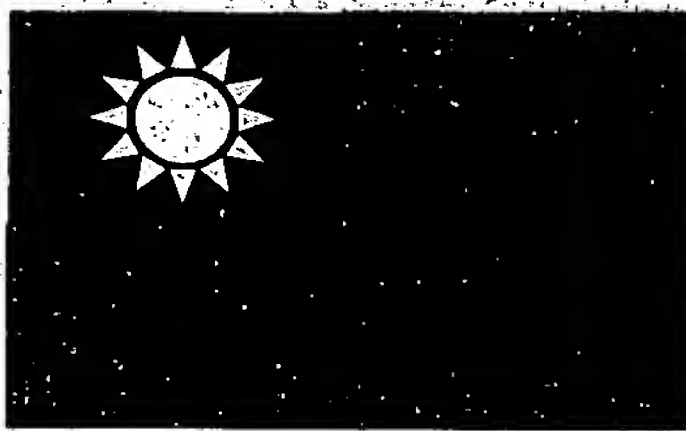
Foreign applications:

| Prior Foreign Application Number(s) | Country | Foreign Filing Date (MM/DD/YYYY) | Priority Not Claimed | Certified Copy Attached? | |
|--|---------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| | | | | YES | NO |
| 093103750 | Taiwan R.O.C. | 2/17/2004 | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

This collection of information is required by 35 U.S.C. 115 and 37 CFR 1.63. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.11 and 1.14. This collection is estimated to take 21 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 (1-800-786-9199) and select option 2.

VIA-092



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2004 年 02 月 17 日
Application Date

申請案號：093103750
Application No. **CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

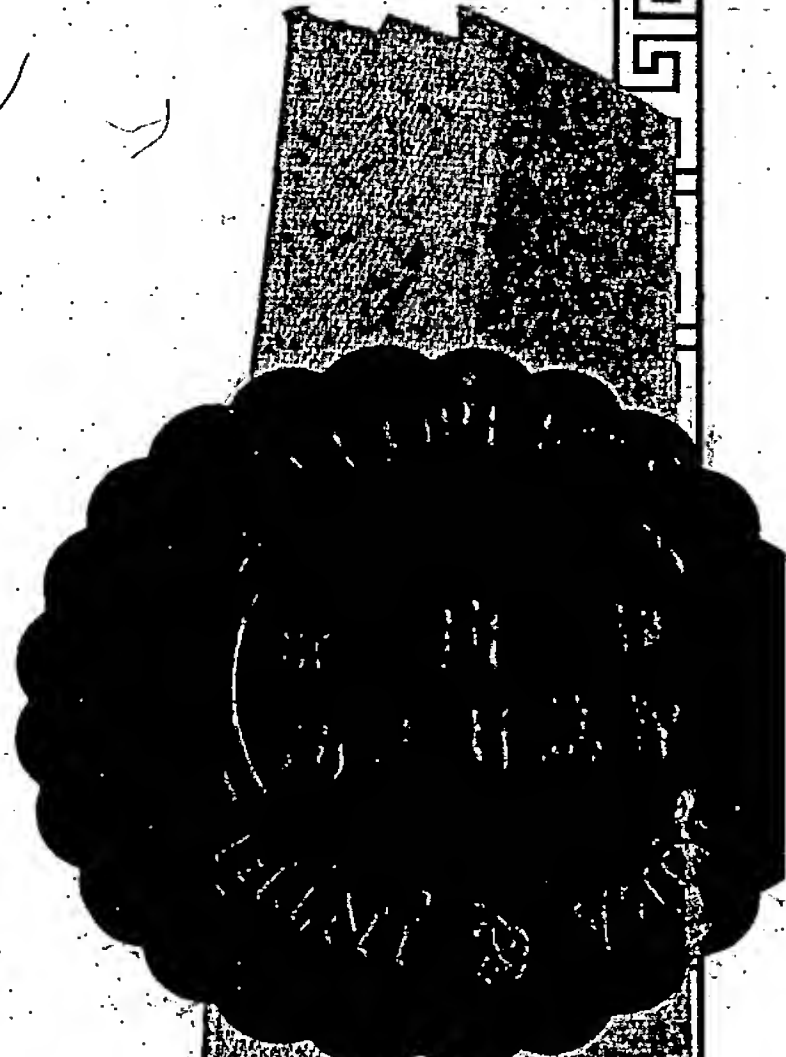
申請人：威盛電子股份有限公司
Applicant(s)

局長
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2004 年 5 月
Issue Date

發文字號：09320410910
Serial No.



發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：

※申請日期：

※IPC 分類：

壹、發明名稱：(中文/英文)

一種校正步進馬達的控制方法及其相關裝置/

METHOD AND RELATED APPARATUS FOR CONTROLLING CALIBRATION FOR A STEPPING
MOTOR

貳、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)(簽章)

威盛電子股份有限公司/ VIA Technologies Inc.

代表人：(中文/英文)(簽章) 王雪紅/WANG, HSUEH-HUNG

住居所或營業所地址：(中文/英文)

台北縣新店市中正路五三三號八樓/ 8F, No. 533, Chung-Cheng Rd., Hsin-Tien
City, Taipei Hsien, Taiwan, R.O.C.

國籍：(中文/英文) 中華民國/TW

參、發明人：(共 3 人)

姓名：(中文/英文)

1. 湛一中/CHAN, YI-CHUNG

2. 李智豪/LEE, JACKY

3. 林仲翬/LIN, ALEX

住居所地址：(中文/英文)

1. 台北縣新店市中正路五三三號八樓/ 8F, No. 533, Chung-Cheng Rd., Hsin-Tien
City, Taipei Hsien, Taiwan, R.O.C.

2. 台北縣新店市中正路五三五號八樓/ 8F, No. 535, Chung-Cheng Rd., Hsin-Tien
City, Taipei Hsien, Taiwan, R.O.C.

3. 台北縣新店市中正路五三五號八樓/ 8F, No. 535, Chung-Cheng Rd., Hsin-Tien City, Taipei Hsien, Taiwan, R.O.C.

國 籍：(中文/英文) 1. 中華民國/TW 2. 中華民國/TW 3. 中華民國/TW

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家(地區)申請專利 ☒ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家(地區)；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 美國 ； 2003/3/27 ； 60/457,880

2.

3.

4.

5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

1.

2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

伍、中文發明摘要：

本發明係提供一種步進馬達之控制方法，該步進馬達係連接於一控制電路以及一負載裝置。該控制方法包含有使用該控制電路依據一目標位移量與一第一對照參數輸出一控制訊號至該步進馬達，使用該步進馬達依據該控制訊號驅動該負載裝置，使用該控制電路依據該負載裝置之實際位移量與該目標位移量產生兩者之差量，以及使用該控制電路依據該第一對照參數，該差量，以及該實際位移量產生一第二對照參數，並使用該第二對照參數更新該第一對照參數。

陸、英文發明摘要：

The controlled stepping motor is electrically connected to a controller and a load. The method includes utilizing the controller to output a control signal to the stepping motor according to a target displacement and a first index parameter, utilizing the stepping motor to move the load according to the first control signal, utilizing the controller to calculate a difference between the target displacement and an actual displacement of the load, and utilizing the controller to generate a second index parameter for updating the first index parameter according to the first index parameter, the difference, and the actual displacement.

柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (三) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

100、102、104、106、108 步驟

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明提供一種控制步進馬達的方法與裝置，尤指一種校正步進馬達的控制方法及其相關裝置。

【先前技術】

步進馬達 (stepping motor) 由於其控制機制十分簡單，因此目前已被廣泛地應用於各種控制系統以控制一負載裝置的速度，位移，以及方向等。步進馬達不含電刷 (brush)，其係經由定子 (stator) 上極柱 (pole) 的磁場不停切換來帶動轉子 (rotor) 的旋轉，因此步進馬達與一般馬達的不同之處在於當步進馬達輸入供應電源時並不會產生週期性的旋轉，亦即步進馬達是一種接受數位訊號控制的電機機械裝置，每當輸入一個數位脈波訊號，將會使得步進馬達旋轉一個固定角度，亦即習知的步級角 (stepping angle)。由於步進馬達可直接接受數位信號而產生相對應的角度變化，也就是脈波數目和輸出角度成正比，所以只要在可控制之速度範圍內，步進馬達可以透過開迴路 (open loop) 的方式來驅動，因此不必考慮迴授 (feedback) 而可簡單地完成控制操作。此外當步進馬達輸入供應電源後，即其定子與轉子間會產生一保持力 (holding torque)，所以於進行馬達控制時，就算不輸入數位信號，其轉子的位置亦可承受一定程度外力而不會產生移位的情形。一般而言，步進馬達依轉子與定子之結構及動作原理不同而可區分為可變磁阻型 (variable reluctance type)，簡稱 VR 型，永久磁鐵型 (permanent magnet type)，簡稱 PM 型，以及混合型 (hybrid type)，其中由於混合型步進馬達同時包含有 PM 型步進馬達與 VR 型步進馬達的優點，因此係為目前被廣為使用。不論是 PM 型步進馬達，VR 型步進馬達，或混合型步進馬達，其均是應用相同的控制架構，此外，由於步進馬達的操作原理係為業界所習知，因此其詳細結構與相關運作原理不再贅述。請參閱圖一，圖一為習知步進

馬達控制系統 10 的示意圖。步進馬達控制系統 10 包含有一使用介面 (user interface, UI) 12，一控制電路 (controller) 14，一驅動電路 16，一步進馬達 18，以及一電源供應器 (power supply) 20。使用介面 12 可設置於一電腦系統或一可程式邏輯控制器

(programmable logic controller, PLC) 上，且使用介面 12 係用來輸出一高階指令 (high-level command) 22 至控制電路 14，例如步進馬達控制系統 10 設置於一光碟機 (optical disk drive) 中以控制一讀寫頭 (pick-up head) 進行尋軌 (track seeking) 的操作，因此使用介面 12 可直接將所需存取的軌道資訊輸入控制電路 14，而控制電路 14 可產生控制訊號 24 以控制驅動電路 16，例如控制電路 14 依據所接收的軌道資訊而產生相對應脈衝 (step pulse) 與轉向 (direction) 訊號至驅動電路 16，而驅動電路 16 便可依據控制訊號 24 來輸出電流 26 以驅動步進馬達 18，亦即利用電流 26 驅動定子之極柱上所環繞的線圈 (winding) 以產生所需磁場來驅動轉子，所以，當使用介面 12 輸出所需軌道資訊後，步進馬達 18 即可驅動讀寫頭移動至所需軌道之位置，此外，驅動電路 16 輸出電流 26 所需功率係由電源供應器 20 提供。

一般而言，依據驅動電路 16 驅動步進馬達 18 所使用的架構 (例如全步進運轉或半步進運轉等) 以及步進馬達 18 本身的結構可決定步進馬達 18 的步級角，因此控制電路 14 可設定一對照參數 (index parameter) 來決定步進馬達 18 所帶動之負載裝置與控制訊號 24 之間的關係。舉例來說，對於應用於光碟機之步進馬達控制系統而言，控制電路 14 包含有一對照參數 $idxtrk$ ，其代表輸出至驅動電路 16 之脈衝數 idx 與讀寫頭橫越之軌道數 trk 之間的比例關係，亦即 $idxtrk = idx / trk$ 。因此，若讀寫頭需由目前軌道 k 移動至軌道 $k+m$ ，則經由該對照函數 $idxtrk$ 即可得知所需脈衝數 idx 為 $idxtrk * m$ ，因此步進馬達 18 最後便可驅動讀寫頭由軌道 k 移動至軌道 $k+m$ 。然而，步進馬達 18 於運作時，其步級角可能因為本身電路結構等因素而產生誤差，亦即當進行讀寫頭進行尋軌時會大幅地偏離目標軌道，因

此讀寫頭需重複地進行尋軌操作，換句話說，光碟機便因為步進馬達 18 的影響而造成其執行效率不彰。同樣地，任何應用步進馬達的控制系統均會因為步進馬達 18 的步級角誤差而影響相對應負載單元的移動。

【發明內容】

因此本發明之主要目的在於提供一種校正之步進馬達的控制方法及其相關裝置，以解決上述問題。

本發明之申請專利範圍提供一種步進馬達 (stepping motor) 之控制方法，該步進馬達係連接於一控制電路以及一負載裝置。該控制方法包含有使用該控制電路依據一目標位移量與一第一對照參數輸出一控制訊號至該步進馬達，使用該步進馬達依據該控制訊號驅動該負載裝置，使用該控制電路依據該負載裝置之實際位移量與該目標位移量產生兩者之差量，以及使用該控制電路依據該第一對照參數，該差量，以及該實際位移量產生一第二對照參數，並使用該第二對照參數更新該第一對照參數。

本發明之申請專利範圍另提供一種控制步進馬達的控制電路，其中該步進馬達係連接於一控制電路以及一負載裝置。該控制電路包含有一控制裝置用以根據一目標位移量與一第一對照參數輸出對應到一目標變化量之一控制訊號，一驅動裝置用以根據該控制訊號驅動該步進馬達，並進而驅動該負載裝置，一追蹤裝置用以追蹤該控制訊號所導致之該步進馬達或該負載裝置之一實際變化量，一計算裝置用以在該目標變化量與該實際變化量二者間之一差量大於一臨界值時，根據該第一對照參數、該目標變化量與該實際變化量而產生一第二對照參數取代該第一對照參數。

與習知技術相比較，本發明透過根據實際位移量與預計位移量的差

別來回饋修正控制步進馬達移動量用之對照參數，可以透過回饋修正導引步進馬達的工作(移動量)，進而有效率地改善習知技術中步進馬達所難免的步級角誤差。特別是，本發明還提出一些修正方式(修正公式)，可以在確保這個回饋修正程序是收斂而不會發散的，也可以確保這個回饋修正程序不會耗損多少資源。

【實施方式】

請參與圖二，圖二為本發明步進馬達控制系統 30 的功能方塊示意圖。步進馬達控制系統 30 包含有一控制電路 32，一步進馬達 34，以及一負載裝置 36。控制電路 32 係用來控制步進馬達 34 的運作以帶動相對應的負載裝置 36。舉例來說，若步進馬達控制系統 30 應用於一光碟機上，則負載裝置 36 即為用來存取一光碟片的讀寫頭，而若步進馬達控制系統 30 應用於一掃描器 (scanner) 上，則負載裝置 36 即為用來掃描一文件的掃描模組。本實施例中，控制電路 32 包含有一控制裝置 38，一驅動裝置 40，一追蹤裝置 42，以及一計算裝置 44。控制裝置 38 係使用一對照參數來輸出控制訊號予驅動裝置 40，然後驅動裝置 40 便依據該控制訊號所對應的目標位移量來驅動負載裝置 36 產生一實際位移量。追蹤裝置 42 則用來偵測該實際位移量，並回報該實際位移量的資訊予計算裝置 44。最後，計算裝置 44 依據所接收之實際位移量的資訊來決定是否調整控制裝置 38 目前所使用的對照參數。

請參閱圖三，圖三為本發明校正步進馬達之控制方法的流程圖。本發明校正步進馬達之控制方法係應用於圖二所示之步進馬達控制系統 30，因此步進馬達控制系統 30 的元件操作不再重複贅述。本發明校正步進馬達之控制方法包含有下列步驟。

步驟 100：控制裝置 38 依據一第一對照參數以及一第一位移量計算驅

動負載裝置 36 產生該第一位移量所需的第一控制訊號；

步驟 102：控制裝置 38 輸出該第一控制訊號以使步進馬達 34 驅動負載

裝置 36 產生一第二位移量；

步驟 104：計算裝置 44 計算該第一位移量與該第二位移量之差量是否大於一臨界值？若是，則進行步驟 106；否則，進行步驟 108；

步驟 106：計算裝置 44 計算一第二對照參數以取代該第一對照參數，其中該第一控制訊號依據該第二對照參數所對應之第三位移量與該第一位移量之差量不大於該臨界值。

步驟 108：控制裝置 38 保持該第一對照參數。

上述步驟的操作原理敘述如下。對於一光碟機而言，當該光碟機上的控制晶片或一電腦主機上所執行的應用程式決定其讀寫頭需由目前所存取之光碟片上軌道 k 位移至軌道 $k+m$ 以存取軌道 $k+m$ ，亦即讀寫頭需產生對應 m 個軌道間距的第一位移量，所以經由控制裝置 38 目前所紀錄的第一對照參數 $idx_{trk}[K]$ 來計算當步進馬達 34 欲驅動該讀寫頭移動 m 個軌道（第一位移量）時，控制裝置 38 需使用的脈衝數 idx ，亦即第一控制訊號（步驟 100）。然而，如前所述，步進馬達 34 於運作時，其步級角並不一定會對應於理想值，所以當控制裝置 38 應用計算出的第一控制訊號來驅動步進馬達 34 時，步進馬達 34 會驅動讀寫頭由軌道 k 位移至軌道 $k+n$ ，亦即讀寫頭需產生對應 n 個軌道間距的第二位移量（步驟 102）。請注意，當讀寫頭進行尋軌操作時，其亦會同時讀取軌道資訊，因此追蹤裝置 42 便可得知當使用該第一控制訊號後，讀寫頭實際上產生的第二位移量。於本實施例中，計算裝置 44 會比較該第一位移量與該第二位移量以求出一差量，並依據該差量與一臨界值之間的大小以決定是否修正該第一對照參數（步驟 104）。請注意，除了步進馬達 38 本身產生的誤差會影響讀寫頭的尋軌操作外，仍會有其他因素會干擾讀寫頭的尋軌操作，舉例來說，光碟片上的軌道並非同心圓，而是以螺旋方式設置於該光碟片上，因此對應該光碟片的偏心率（disc eccentricity or disk run-out）亦會影響讀寫頭的尋軌操作，由於本實施例係校正該光碟機之步進馬達 34 以修正步級角的誤差，因此必須排除非關步進馬達 34 的影響因素。此外，步進馬達 34

係以開迴路的方式來驅動讀寫頭進行尋軌操作，亦即若軌道 $k+n$ 趨近目標軌道 $k+m$ ，則步進馬達 34 亦可視為完成該尋軌操作，然後，該光碟機便可啟動習知閉迴路（close loop）之鎖軌（track locking）操作來控制讀寫頭鎖定目標軌道 $k+m$ 。換句話說，若第一位移量與該第二位移量之間的差量不大於該臨界值，表示控制裝置 38 使用第一對照參數可成功地完成讀寫頭之尋軌操作，所以當後續另一尋軌操作執行時，控制裝置 38 仍使用目前的第一對照參數來計算所需控制訊號（步驟 108）；相反地，若第一位移量與該第二位移量之間的差量大於該臨界值則表示除了步進馬達 34 以外的因素（例如光碟片之偏心率）造成軌道 $k+n$ 大幅偏離目標軌道 $k+m$ 外，步進馬達 34 本身的誤差亦造成目前的第一對照參數無法適用於步進馬達 34 以使軌道 $k+n$ 趨近目標軌道 $k+m$ ，因此計算裝置 44 必須重新計算一適當第二對照參數以修正控制訊號（對應於脈衝數 idx ）與位移量（對應於軌道數 trk ）之間的關係（步驟 106），亦即第一控制訊號依據該第二對照參數所計算之相對應第三位移量與該第二位移量之間之差量不大於該臨界值。

本實施例中，該第二對照參數係經由調整原先第一對照參數而產生，其計算原理敘述如後。

$$\text{算式 (1): } idx_{trk}' = idx_{trk}' + \Delta i$$

$$\text{算式 (2): } trk = idx / idx_{trk}'$$

$$\text{算式 (3): } trk + \Delta trk = idx / \{ idx_{trk}' + \Delta i \}$$

於算式(1)中， idx_{trk}' 表示目前控制裝置 38 所使用的對照參數，而 idx_{trk}' 表示修正後的對照參數，另外， Δi 係為補償量。於算式(2)中，對照參數 idx_{trk}' 等於脈衝數 idx （對應控制訊號）除以軌道數 trk （對應位移量）。於算式(3)中，控制裝置 38 依據脈衝數 idx 來驅動步進馬達 18，並使讀寫頭跨越的軌道數等於 $trk + \Delta trk$ ，亦即當對照參數 idx_{trk}' 修正為對照參數 idx_{trk}' 後，依據對照參數

idxtrk' 於算式 (2) 的定義可知對照參數 idxtrk' ' 係等於脈衝數 idx 除以軌道數 trk+ Δ trk。請注意， Δ trk 係為一目標軌道位移量與一實際軌道位移量之間的差量，亦即若控制電路 14 使用脈衝數 idx 所產生的軌道數大於目標軌道數 trk，則實際軌道數即為 trk+ Δ trk；相反地，若控制裝置 38 使用脈衝數 idx 所產生的軌道數小於目標軌道數 trk，則實際軌道數即為 trk- Δ trk。經由算式 (2) 與算式 (3) 可求出補償量 Δi 等於 $\pm \text{idxtrk}' * [\Delta \text{trk} / (\text{trk} \pm \Delta \text{trk})]$ ，所以對於補償量 Δi 而言，如果目標軌道位移量大於實際軌道位移量，則補償量 Δi 係為負值，因此對照參數 idxtrk' ' 必定會小於對照參數 idxtrk'；相反地，如果目標軌道位移量小於實際軌道位移量，則補償量 Δi 係為正值，因此對照參數 idxtrk' ' 必定會大於對照參數 idxtrk'。若考慮一臨界值 TH，則 Δi 修正為

$$\Delta i = \pm \text{idxtrk}' * \{(\Delta \text{trk} - \text{TH}) / [\text{trk} \pm (\Delta \text{trk} - \text{TH})]\}$$

本實施例中，計算裝置 44 可為一數位訊號處理器 (digital signal processor, DSP) 來進行對照參數的計算與校正，由於軌道之間的間距極小，因此一般而言，該對照參數係為小數 (fraction)，例如當脈衝數 idx 為 10 並驅動步進馬達 18 時，產生的軌道數 trk 為 200，所以該對照參數即為 10/200，當該數位訊號處理器使用定點運算架構

(fixed point architecture) 時，本實施例中，計算裝置 44 於計算補償量 Δi ，亦即 $\pm \text{idxtrk}' * [\Delta \text{trk} / (\text{trk} \pm \Delta \text{trk})]$ 時，會使用一調整值 (例如 2^{15}) 來調整對照參數 idxtrk' 與補償量 Δi 的定點運算值。舉例來說，若該數位訊號處理器係為 8 位元的定點運算架構，因此於一暫存器 (register) 中，其最重要位元係為一符號位元 (sign bit)，而其後 7 個位元分別對應 $2^3 \sim 2^{-3}$ ，亦即該暫存器可記錄的最大值以二進位表示為 01111.111，以及該暫存器可記錄的最小值以二進位表示為 11111.111，因此其無法擁有足夠的位元來記錄小數部分，若該數位訊號處理器直接進行該對照參數的計算，則小數部分的運算結果欲儲存

於該暫存器時會產生習知的進位誤差 (round error) 或截斷誤差 (truncation error)，因此當進行多次對照參數的計算後，上述進位誤差或截斷誤差便會嚴重地影響運算結果的準確度 (precision)。因此若利用該暫存器中原先用來紀錄整數部分的位元來紀錄小數部分的數值便可提高小數部分的有效位數，舉例來說，若該數位訊號處理器係為 32 位元的定點運算架構，則可利用 2^{15} 來作為該調整值，因此於計算補償量 Δi 時，先經由向左位元位移 (left bit-shifting) 的操作後才進行 $\pm \text{idxtrk}' * [\Delta \text{trk} / (\text{trk} \pm \Delta \text{trk})]$ 的運算，所以於運算的過程中可提升補償量 Δi 的處理效率。換句話說，當該調整值為 2^{15} 時，則計算裝置 44 實際上所處理的算式為 $\text{IDXTRK}' = \text{IDXTRK}' + \Delta I$ ，其中 IDXTRK' 即為 $2^{15} * \text{idxtrk}'$ ， IDXTRK' 即為 $2^{15} * \text{idxtrk}'$ ，以及 ΔI 即為 $2^{15} * \Delta i$ 。請注意，調整值可依據不同位元數的定點運算架構來進行設定。

假設計算裝置 44 所設定的臨界值為 200，調整值為 2^{15} ，且控制裝置 38 儲存對照參數 IDXTRK' 的初始值為 2586，亦即該光碟機載入光碟片以進行存取前，控制裝置 38 所使用的對照參數 IDXTRK' 為 2586。考慮讀寫頭跳最長軌 (40000 軌) 的尋軌操作，由於已知 $\Delta I = 2^{15} * \Delta i$ ，所以 ΔI 可表示為：

$$\begin{aligned} \Delta I &= \pm \text{IDXTRK}' * \{(\Delta \text{trk} - \text{TH}) / [\text{trk} \pm (\Delta \text{trk} - \text{TH})]\} \\ &= \pm 2586 * \{(\Delta \text{trk} - 200) / [40000 \pm (\Delta \text{trk} - 200)]\} \end{aligned}$$

由於 40000 遠大於 $\Delta \text{trk} - 200$ ，因此

$$\begin{aligned} \Delta I &= \pm 2586 * [(\Delta \text{trk} - 200) / 40000] = \pm (\Delta \text{trk} - 200) / 15.4663 \\ &= \pm \text{gain} * [(\Delta \text{trk} - 200)] \end{aligned}$$

因此當啟動校正對照參數 IDXTRK' 的步驟時，則增益值 gain 必

定需小於 1/15.4663。相反地，考慮讀寫頭跳短軌（1024 軌）的尋軌操作，因此 ΔI 可表示為：

$$\begin{aligned}\Delta I &= \pm \text{IDXTRK}' * \{(\Delta \text{trk} - \text{TH}) / [\text{trk} \pm (\Delta \text{trk} - \text{TH})]\} \\ &= \pm 2586 * \{(\Delta \text{trk} - 200) / [1024 \pm (\Delta \text{trk} - 200)]\}\end{aligned}$$

由於讀寫頭位移 1024 軌產生 200 軌的誤差較不合理，因此於不考慮臨界值（亦即 200 軌）的限制條件下， ΔI 成為

$$\Delta I = \pm 2586 * [\Delta \text{trk} / (1024 \pm \Delta \text{trk})]$$

因為 1024 遠大於 Δtrk ，所以 ΔI 即視為

$$\Delta I = \pm 2586 * (\Delta \text{trk} / 1024) = \pm \Delta \text{trk} / 2.526 = \pm \text{gain} * (\Delta \text{trk})$$

因此當啟動校正對照參數 IDXTRK' 的步驟時，則增益值 gain 必定需小於 1/2.526。同時考慮讀寫頭跳短軌（1024 軌）與跳最長軌（40000 軌）的增益值 gain，亦即兩者的交集為增益值 gain 小於 1/15.4663，亦即當執行該校正對照參數 IDXTRK' 的步驟時，若使用小於 1/15.4663 的數值來作為增益值 gain 以計算 ΔI ，則不論啟動校正對照參數 IDXTRK' 的步驟之前該讀寫頭尋軌所要的軌道數 trk 是多少，控制裝置 38 係使用該校正對照參數 IDXTRK' 的步驟執行後所得到的對照參數 IDXTRK' 來計算出對應該軌道數 trk 所需脈衝數 idx，且輸出該脈衝數 idx 驅動步進馬達 34 以帶動讀寫頭產生一預定軌道數的位移，則該預定軌道數與該軌道數 trk 之差量必定會小於該臨界值，亦即收斂於該臨界值的範圍內，因而可達到校正對照參數 IDXTRK' 的目的。因此，依據上述說明，當計算裝置 44 校正對照參數 IDXTRK' 以求出對照參數 IDXTRK' 時，計算 ΔI 可使用下列算式 $\Delta I = \pm \text{gain} * (\Delta \text{trk} - \text{TH})$ ，其中增益值 gain 可應用任何小於 1/15.4663 的數值。為了便於運算，

計算裝置 44 使用 $1/16$ 來作為增益值 gain，因為 16 係為 2 的乘冪中大於 15.4663 且最趨近 15.4663 的數值，所以經由向右位元位移 (right bit-shifting) 方式即可快速地完成 $\pm \text{gain} * [(\Delta \text{trk} - \text{TH})]$ 的運算。如上所述，對照參數 IDXTRK' 的運算即可表示為

$$\text{IDXTRK}' = \text{IDXTRK}' \pm \text{gain} * [(\Delta \text{trk} - \text{TH})]$$

其中增益值 gain 使用 $1/2^R$ 來表示，因此於運算時可使用向右位移 R 個位元的方式來快速地計算 $\text{gain} * [(\Delta \text{trk} - \text{TH})]$ 以提升校正對照參數 IDXTRK' 的執行效率。請注意，本實施例係應用於一光碟機上以控制尋軌操作，然而，本發明校正步進馬達之控制方法可應用於任何使用步進馬達控制系統的裝置上，例如一掃描器，其掃描模組係由步進馬達驅動以便產生移動而對一文件進行掃描操作。

相較於習知技術，本發明校正步進馬達之控制方法可修正一控制電路所輸出之控制訊號與一步進馬達依據該控制訊號帶動一負載裝置所產生位移量之間的對照關係，因此當該控制電路需要驅動該負載裝置產生一目標位移量時，可依據修正後的對照關係來計算對應該目標位移量的控制訊號大小，若一實際位移量仍大幅地偏移該目標位移量，則該控制電路會再修正該對照關係，直到該實際位移量與該目標位移量之間的差量小於一臨界值為止，因此本發明校正步進馬達之控制方法可使步進馬達驅動該負載裝置時具有較精確的位置控制能力，因此可大幅提昇步進馬達的執行效能。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明專利之涵蓋範圍。

【圖式簡單說明】

圖式之簡單說明

圖一為習知步進馬達控制系統的示意圖。

圖二為本發明步進馬達控制系統的功能方塊示意圖。

圖三為本發明校正步進馬達之控制方法的流程圖。

圖式之符號說明

| | | | |
|-------|--------------|----|-------|
| 10、30 | 步進馬達控制系 統 | 12 | 使用介面 |
| 14、32 | 控制電路 | 16 | 驅動電路 |
| 18、34 | 步進馬達 | 20 | 電源供應器 |
| 36 | 負載裝置 | 38 | 控制裝置 |
| 40 | 驅動裝置 | 42 | 追蹤裝置 |
| 44 | 計算裝置 | | |

拾、申請專利範圍：

1. 一種步進馬達 (stepping motor) 之控制方法，該步進馬達係連接於一控制電路以及一負載裝置；該控制方法包含有：
使用該控制電路依據一目標位移量與一第一對照參數輸出一控制訊號至該步進馬達；
使用該步進馬達依據該控制訊號驅動該負載裝置；
使用該控制電路依據該負載裝置之實際位移量與該目標位移量產生兩者間之一差量；以及
使用該控制電路依據該第一對照參數，該差量，以及該實際位移量產生一第二對照參數。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述之控制方法，其另包含有使用該控制電路比較該差量與一臨界值，若該差量係大於該臨界值，則使用該第二對照參數更新該第一對照參數。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之控制方法，其另包含有使用該控制電路比較該差量與一臨界值，若該差量不大於該臨界值，則維持該第一對照參數。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之控制方法，其中產生該第二對照參數的步驟包含有：若該實際位移量大於該目標位移量時，使用該控制電路該差量與該臨界值之間之偏移量，使用該控制電路計算該目標位移量減少該偏移量後之修正位移量，使用該控制電路計算該偏移量乘以該第一對照參數再除以該修正位移量以產生一補償量來降低該第一對照參數而產生該第二對照參數。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之控制方法，其中產生該第二對照參數的步驟包含有：若該實際位移量小於該目標位移量時，使用該控制電路計算

該差量與該臨界值之間之偏移量，使用該控制電路計算該目標位移量增加該偏移量後之修正位移量，使用該控制電路計算該偏移量乘以該第一對照參數再除以該修正位移量以產生一補償量來增加該第一對照參數而產生該第二對照參數。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之控制方法，其中該步進馬達係應用於一光碟機 (optical disc drive)，以及該負載裝置係為該光碟機之讀寫頭 (pick-up head)。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之控制方法，其中該步進馬達移動該讀寫頭產生該位移量以使該讀寫頭對應一光碟片 (optical disk) 上之一預定軌道。

8. 如申請專利範圍第 6 項所述之控制方法，其係執行於該光碟機於該光碟片上進行一尋軌 (track seeking) 操作時。

9. 如申請專利範圍第 4、5 項所述之控制方法，其中該控制電路包含有一數位訊號處理器 (digital signal processor, DSP)，用來計算該第二對照參數。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之控制方法，其中該數位訊號處理器係對應一定點運算架構 (fixed point architecture)。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之控制方法，其中該數位訊號處理器使用一運算值 2^R 來表示該修正位移量除以該第一對照參數之一運算結果，且 R 為整數。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之控制方法，其中該數位訊號處理器係以向右位元位移 (right bit-shifting) R 個位元來執行該偏移量除以該運算

結果之除法運算。

13. 如申請專利範圍第 1 項所述之控制方法，其中該臨界值係為可程式化 (programmable)。

14. 如申請專利範圍第 1 項所述之控制方法，其中該步進馬達係應用於一掃描器 (scanner)，以及該負載裝置係為該掃描器之掃描模組 (scanning module)。

15. 一種控制步進馬達的控制電路，其中該步進馬達係連接於一控制電路以及一負載裝置，該控制電路包含有：

一控制裝置，用以根據一目標位移量與一第一對照參數輸出對應到一目標變化量之一控制訊號；

一驅動裝置，用以根據該控制訊號驅動該步進馬達，進而驅動該負載裝置；

一追蹤裝置，用以追蹤該控制訊號所導致之該步進馬達或該負載裝置之一實際變化量；

一計算裝置，用以在該目標變化量與該實際變化量二者間之一差量大於一臨界值時，根據該第一對照參數，該目標變化量與該實際變化量而產生一第二對照參數來取代該第一對照參數。計算裝置

16. 如申請專利範圍第 15 項所述之控制步進馬達的控制電路，當該實際變化量大於該目標變化量時，該計算裝置係先計算該差量與該臨界值間之一偏移量，再自該目標變化量減去該偏移量而得到一修正變化量，然後將該偏移量乘以該第一對照參數再除以該修正變化量以產生一補償量，最後以該第一對照參數減去該補償量而產生該第二對照參數。

17. 如申請專利範圍第 15 項所述之控制步進馬達的控制電路，當該實際變化量小於該目標變化量時，該計算裝置係先計算該差量與該臨界值間之一

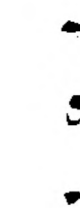
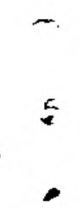
偏移量，再自該目標變化量增加該偏移量而得到一修正變化量，然後將該偏移量乘以該第一對照參數再除以該修正變化量以產生一補償量，最後以該第一對照參數加少該補償量而產生該第二對照參數。

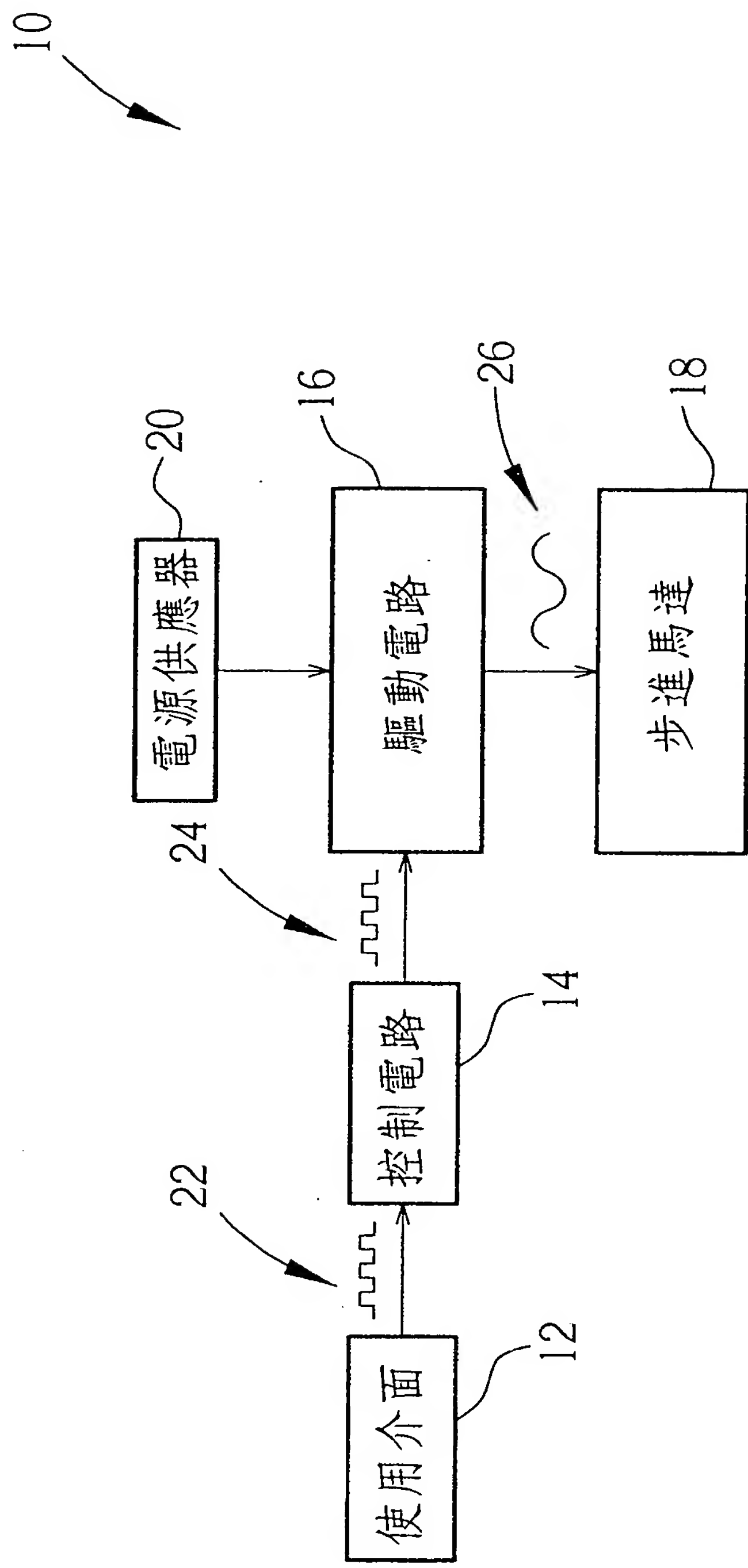
18. 如申請專利範圍第 16、17 項所述之控制步進馬達的控制電路，該計算裝置係使用對應一定點運算架構之一數位訊號處理器來計算該第二對照訊號。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述之控制步進馬達的控制電路，該數位訊號處理器係使用一運算值 2^R 來表示該修正變化量除以該第一對照參數之一運算結果，在此 R 為整數。

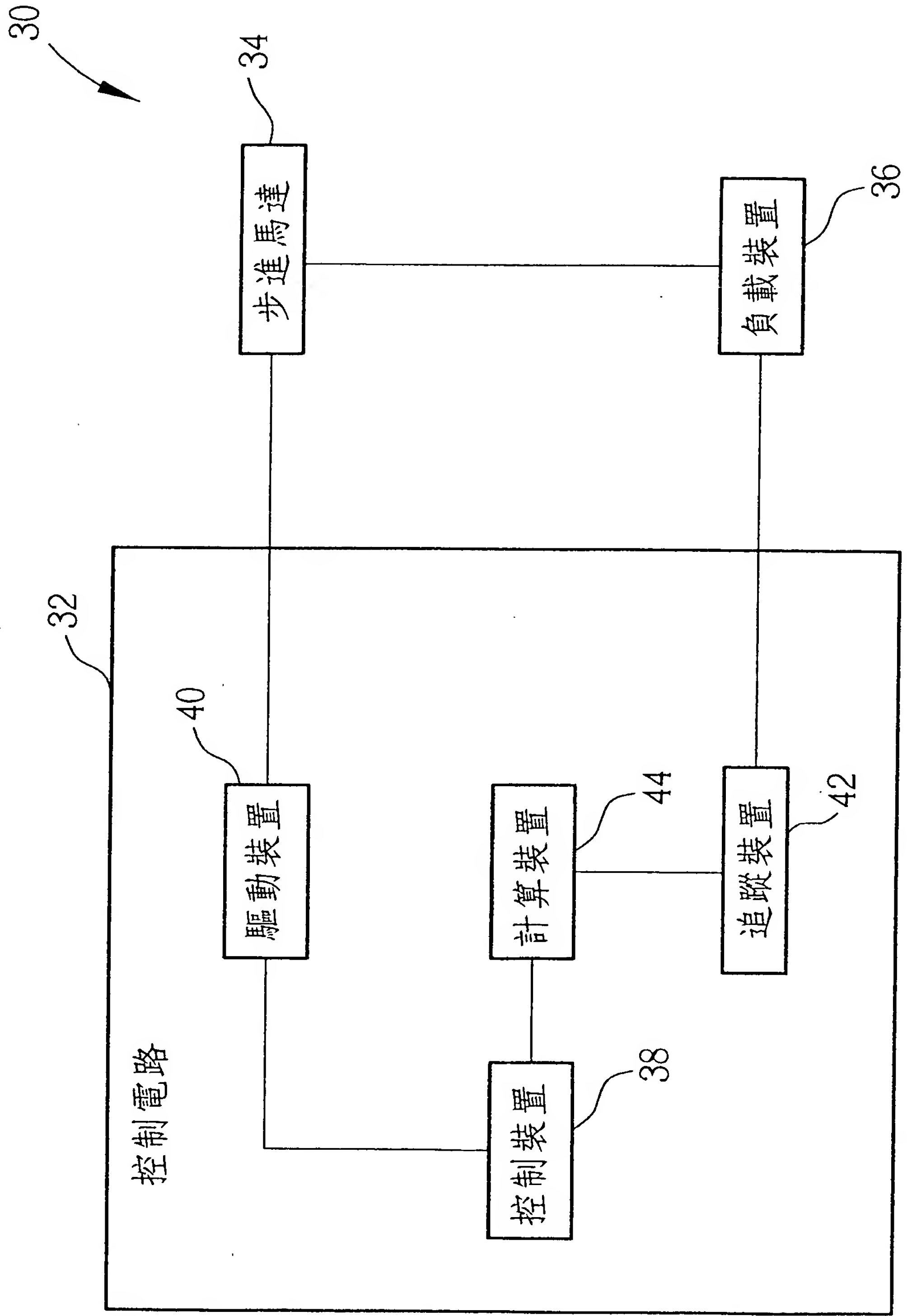
20. 如申請專利範圍第 19 項所述之控制步進馬達的控制電路，其中該數位訊號處理器係以向右位元位移 R 個位元來執行該偏移量除以該運算結果之除法運算。

拾壹、圖式：

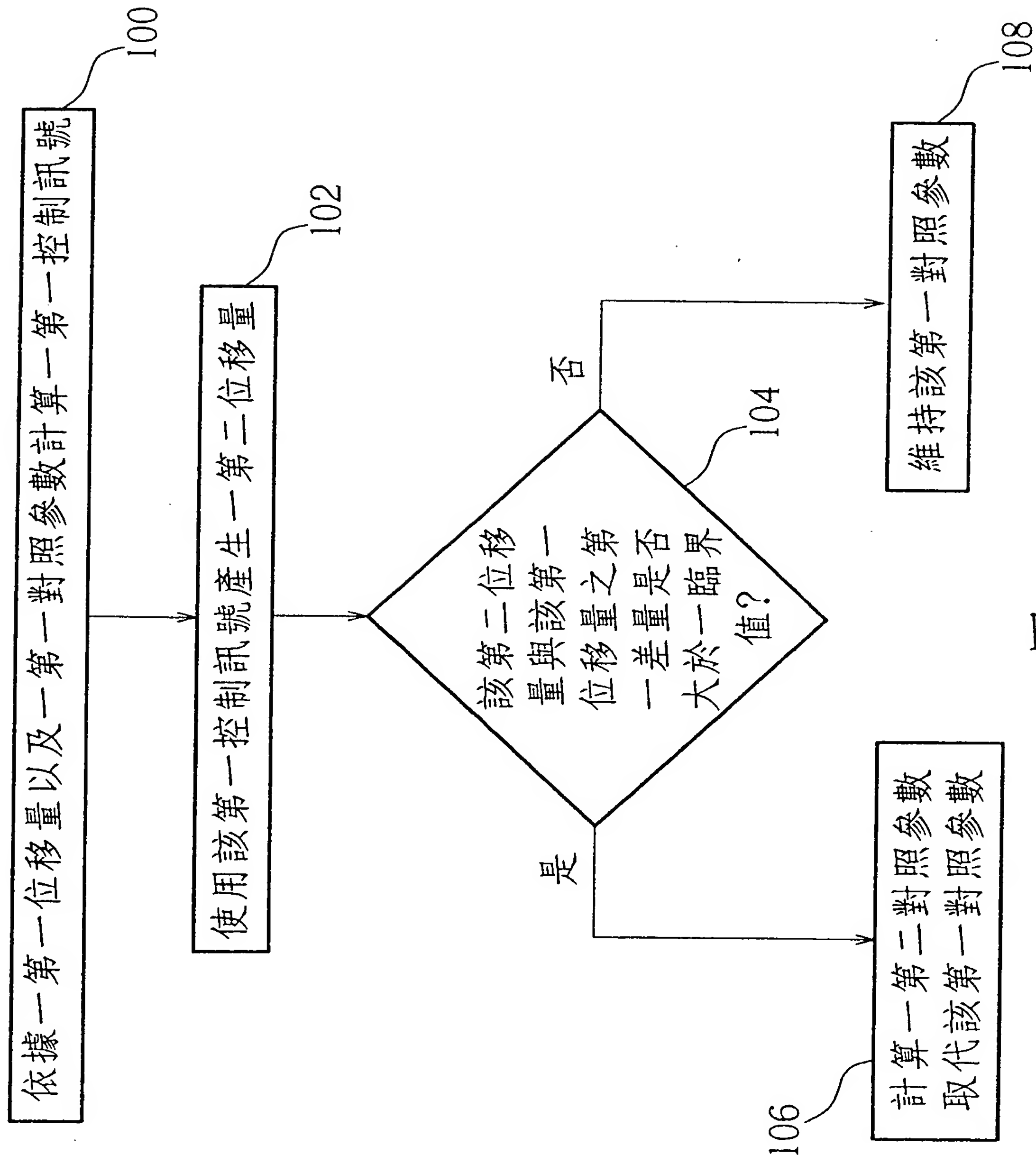




圖一



圖二



圖三